

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月27日
Date of Application:

出願番号 特願2003-088073
Application Number:

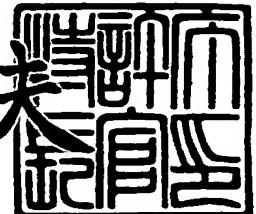
[ST. 10/C] : [JP2003-088073]

出願人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社
株式会社デンソー

2004年 1月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 021038JP

【提出日】 平成15年 3月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 13/02

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 平工 恵三

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 不破 直秀

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

【氏名】 山田 裕彦

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市豊栄町2丁目88番地 株式会社トヨタテクノサービス内

【氏名】 山梨 貴弘

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

【識別番号】 100104765

【弁理士】

【氏名又は名称】 江上 達夫

【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

【識別番号】 100099645

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 晃司

【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

【識別番号】 100107331

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 聰延

【電話番号】 03-5524-2323

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 131946

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の吸入空気量調整装置及び方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の吸気通路に設けられたスロットル弁の開度を調整する開度調整機構と、

前記内燃機関の吸気弁及び排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性を可変とする可変動弁機構と、

前記スロットル弁の開度並びに前記吸気弁及び前記排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性とは異なるパラメータを調節することにより前記内燃機関の吸気特性を変更する吸気特性変更機構と、

前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を協調制御することにより前記燃焼室内に供給される吸入空気量を調整する吸気量調整手段と、

前記開度調整機構及び前記可変動弁機構における異常状態を検出する異常検出手段と、

該異常検出手段により前記開度調整機構及び前記可変動弁機構のうち一方について前記異常状態が検出された場合には、前記吸気量調整手段による協調制御に代えて、前記開度調整機構及び前記可変動弁機構のうち他方により前記吸入空気量を調整するように前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を制御するフェイルセーフ手段と

を備えたことを特徴とする内燃機関の吸入空気量調整装置。

【請求項2】 前記フェイルセーフ手段は、前記一方について前記異常状態が検出された場合には、前記一方及び前記吸気特性変更機構による制御量を当該内燃機関の運転条件によらずに一定値に固定することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の吸入空気量調整装置。

【請求項3】 内燃機関の吸気通路に設けられたスロットル弁の開度を調整する開度調整機構と、

前記内燃機関の吸気弁及び排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性を可変とする可変動弁機構と、

前記スロットル弁の開度並びに前記吸気弁及び前記排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性とは異なるパラメータを調節することにより前記内燃機関の吸気特性を変更する吸気特性変更機構と、

前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を協調制御することにより前記燃焼室内に供給される吸入空気量を調整する吸気量調整手段と、

前記吸気特性変更機構における異常状態を検出する異常検出手段と、

該異常検出手段により前記吸気特性変更機構について前記異常状態が検出された場合には、前記吸気量調整手段による協調制御に代えて、前記開度調整機構及び前記可変動弁機構のうち一方により前記吸入空気量を調整するように前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を制御するフェイルセーフ手段と

を備えたことを特徴とする内燃機関の吸入空気量調整装置。

【請求項4】 前記フェイルセーフ手段は、前記吸気特性変更機構について前記異常状態が検出された場合には、前記吸気特性変更機構並びに前記開度調整機構及び前記可変動弁機構のうち他方による制御量を当該内燃機関の運転条件によらずに一定値に固定することを特徴とする請求項3に記載の内燃機関の吸入空気量調整装置。

【請求項5】 内燃機関の吸気通路に設けられたスロットル弁の開度を調整する開度調整機構と、

前記内燃機関の吸気弁及び排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性を可変とする可変動弁機構と、

前記スロットル弁の開度並びに前記吸気弁及び前記排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性とは異なるパラメータを調節することにより前記内燃機関の吸気特性を変更する吸気特性変更機構と、

前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を協調制御することにより前記燃焼室内に供給される吸入空気量を調整する吸気量調整手段と、

前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構における異常

状態を検出する異常検出手段と、

該異常検出手段により前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構のうち一つについて前記異常状態が検出された場合には、前記吸気量調整手段による協調制御に代えて、前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構のうち他の一つによって前記吸入空気量を調整するように前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を制御するフェイルセーフ手段と

を備えたことを特徴とする内燃機関の吸入空気量調整装置。

【請求項6】 前記フェイルセーフ手段は、前記一つについて前記異常状態が検出された場合には、前記一つ並びに前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構のうち残りの一つによる制御量を当該内燃機関の運転条件によらずに一定値に固定することを特徴とする請求項5に記載の内燃機関の吸入空気量調整装置。

【請求項7】 前記フェイルセーフ手段は、前記吸気特性変更機構について前記異常状態が検出された場合には、前記開度調整機構により前記吸入空気量を調整するように前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を制御することを特徴とする請求項3又は4に記載の内燃機関の吸入空気量調整装置。

【請求項8】 前記フェイルセーフ手段は、前記一つとして前記可変動弁機構又は吸気特性変更機構について前記異常状態が検出された場合には、前記他の一つとして前記開度調整機構によって前記吸入空気量を調整するように前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を制御することを特徴とする請求項5又は6に記載の内燃機関の吸入空気量調整装置。

【請求項9】 前記一定値は、前記内燃機関の発生する排気ガス中の所定不純物の濃度が相対的に低くなる値であることを特徴とする請求項2、4又は6に記載の内燃機関の吸入空気量調整装置。

【請求項10】 前記一定値は、前記内燃機関の部分負荷領域における運転状態に対応する値であることを特徴とする請求項2、4又は6に記載の内燃機関の吸入空気量調整装置。

【請求項 1 1】 前記吸気特性変更機構は、前記燃焼室内のスワールを調節することで前記吸入空気量を調整するスワールコントロールバルブ、前記燃焼室に至る吸気経路を調節することで前記吸入空気量を調整する可変吸気システム制御バルブ、並びに前記吸気弁及び排気弁のうち少なくとも一方の開閉タイミングを調節することで前記吸入空気量を調整するタイミング変更機構のうち少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の内燃機関の吸入空気量調整装置。

【請求項 1 2】 (i)内燃機関の吸気通路に設けられたスロットル弁の開度を調整する開度調整機構、(ii)前記内燃機関の吸気弁及び排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性を可変とする可変動弁機構並びに(iii)前記スロットル弁の開度並びに前記吸気弁及び前記排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性とは異なるパラメータを調節することにより前記内燃機関の吸気特性を変更する吸気特性変更機構を協調制御することにより、前記内燃機関の吸入空気量を調整する内燃機関の吸入空気量調整方法において、

前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構のうち一つについて異常が発生した場合に、前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構のうち他の一つのみによって前記吸入空気量を調整することを特徴とする内燃機関の吸入空気量調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車等に搭載される内燃機関の技術分野に属し、より詳細には、例えば、可変動弁機構と、スロットル弁の開度調整機構と、可変吸気システム、スワールコントロールバルブシステム（吸気流制御機構）等の吸気特性変更機構とから構成される空気系可変機構を利用して、吸入空気量或いは吸気量を調整する内燃機関におけるフェイルセーフ処理を実行するための内燃機関の吸入空気量調整装置及び方法の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】

近年、自動車等に搭載される内燃機関としては、吸入空気量或いは吸気量を調整するために、アクチュエータによりスロットル弁を開閉駆動する電子制御スロットル弁機構と、吸気弁或いは排気弁の開閉特性（開弁特性）の3つの構成要素、即ち、開閉タイミング、作用角及びリフト量のうち少なくとも一を変更可能な可変動弁機構と、例えば可変吸気システム、スワールコントロールバルブシステム（吸気流制御機構）等の吸気特性変更機構とを備えた複雑な空気系可変機構を採用した内燃機関の開発が進められている。具体的には、ドライバー（運転者）が操作するアクセル開度に応じた目標トルクを得るために、各種空気系可変機構のアクチュエータを協調制御して意図した目標吸入空気量を吸入するように制御している。

【0003】

また前記開閉特性のうち作用角の変更機構としては、例えば、特許文献1に記載されているように、搖動カムを用いて吸気弁の作用角及びリフト量を連続的に変更する機構を例示することができる。

【0004】

また、例えば、特許文献2に記載されているようにスロットル弁の開度調整機構の開度測定センサ（例えば、スロットルポジションセンサ）の故障時には開閉特性の構成要素のうち吸気弁の開閉タイミングを最も遅い時期に固定する技術が知られている。

【0005】

また、例えば、特許文献3に記載されているように吸気弁の開閉特性の調節と、スロットル弁の開度調整機構（例えば、電子制御スロットル弁）で吸入空気量を調整する内燃機関において、スロットル弁の開度調整機構の故障時のフェイルセーフ処理として、吸気弁の開閉特性のうち作用角を最大側に固定する技術が知られている。

【0006】

また、例えば、特許文献4に記載されているように水温計が故障時は、吸気弁の開閉タイミングを最も遅い時期に設定する技術が知られている。

【0007】

【特許文献1】

特開2001-263015号公報

【特許文献2】

特開2001-65376号公報

【特許文献3】

特開平10-184406号公報

【特許文献4】

特開2001-65374号公報

【0008】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上記の各種空気系可変機構のうち少なくとも1つの機構が故障した場合、吸入空気量の調整としては通常は想定していない設定となる場合がある。その場合に、開度調整機構と吸気特性変更機構と可変動弁機構との協調制御が発散してしまうため、内燃機関の運転状態が悪化し退避走行が不能となる可能性があるという技術的な問題点が有る。

【0009】

そこで本発明は、例えば上記問題点に鑑みなされたものであり、例えばスロットル弁等の開度調整機構と、例えば可変吸気システム、スワールコントロールバルブシステム等の吸気特性変更機構と、例えば作用角変更機構、タイミング変更機構等の可変動弁機構との協調制御により、吸入空気量を調整する内燃機関において、これら三種類の機構のうち少なくとも1つの機構が故障或いは異常となつた場合でも、当該内燃機関が適切に運転を継続することを可能ならしめる内燃機関の吸入空気量調整装置及び方法を提供することを課題とする。

【0010】**【課題を解決するための手段】**

本発明の主旨は、開度調整機構、可変動弁機構及び吸気特性変更機構の協調制御により、内燃機関の吸入空気量を調整する技術において、開度調整機構、可変動弁機構及び吸気特性変更機構のうち何れか一つに異常が発生した場合には、協調制御を禁止して、制御の発散を防止すると共に、正常な一つの機構により内燃

機関の吸入空気量を好適に制御する点にある。

【0011】

本発明の第1の内燃機関の吸入空気量調整装置は上記課題を解決するために、内燃機関の吸気通路に設けられたスロットル弁の開度を調整する開度調整機構と、前記内燃機関の吸気弁及び排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性を可変とする可変動弁機構と、前記スロットル弁の開度並びに前記吸気弁及び前記排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性とは異なるパラメータを調節することにより前記内燃機関の吸気特性を変更する吸気特性変更機構と、前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を協調制御することにより前記燃焼室内に供給される吸入空気量を調整する吸気量調整手段と、前記開度調整機構及び前記可変動弁機構における異常状態を検出する異常検出手段と、該異常検出手段により前記開度調整機構及び前記可変動弁機構のうち一方について前記異常状態が検出された場合には、前記吸気量調整手段による協調制御に代えて、前記開度調整機構及び前記可変動弁機構のうち他方により前記吸入空気量を調整するように前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を制御するフェイルセーフ手段とを備える。

【0012】

本発明の第1の内燃機関の吸入空気量調整装置によれば、その動作時には、スロットル弁の開度調整機構、可変動弁機構及び吸気特性変更機構の三種類の機構が、吸気量調整手段により協調制御されることによって、燃焼室内に供給される吸入空気量は調整される。より具体的には、例えばアクセル開度に応じたスロットル弁の開度変化に伴う吸入空気量が吸気量測定装置で測定されつつ、開度調整機構により、スロットル弁の開度調整が行われる。これと同時に、可変動弁機構によって、吸気弁及び排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性が調節される。ここに、本願発明に係る「開閉特性」とは、吸気弁及び排気弁のうち少なくとも一方の開閉タイミング、リフト量若しくはリフト量及びリフト期間（作用角）である。しかも、これらと同時に、例えばスワールコントロールバルブ、可変吸気システム制御バルブ、タイミング変更機構等の吸気特性変更機構によって、吸気特性に係る所定パラメータが調節される。ここに、本願発明に係る「吸気特性」と

は、後述するスワールコントロールバルブの開度の調節量や、可変吸気システム制御バルブである例えば、有効吸気管の長さ、サージタンクの容量、吸気ポート又は吸気管の容積や断面積等の調節量や、吸気弁或いは排気弁の開閉タイミングを変更する位相角の調節量である。例えば、吸気量調整手段によって、エンジン回転数とドライバー（運転者）が操作するアクセル開度に応じた要求（目標）トルク等の運転状態を表すパラメータとに応じて、目標吸入空気量が決定される。この意図した目標吸入空気量を得るために、例えば予め設定されたパラメータテーブルに基づいて或いは予め設定された所定関数に従って、目標となる開閉特性等に係る各種制御量が決定される。これら目標となる各種制御量に合致するよう、三種の空気系可変機構のアクチュエータは、吸気量調整手段によって協調制御される。そして、このような協調制御下で、内燃機関の運転が行われる。

【0013】

ここで、例えばスロットル弁の開度調整機構について異常状態が発生すると、異常検出手段によって、当該異常が検出される。ここで検出される異常とは、具体的には、例えば、実際のスロットル弁の開度調整機構の開度と吸気量調整手段により指示されたスロットル弁の開度調整機構の開度との差が、所定閾値よりも大きい状態を意味する。或いは、例えば可変動弁機構について異常状態が発生すると、異常検出手段によって、当該異常が検出される。ここで検出される異常とは、例えば、開き側故障（即ち、何らかの原因によって吸気弁が通常時と比べて開く側に偏移して作動する又は該開く側に固定されてしまう故障）や、閉じ側故障（即ち、何らかの原因によって吸気弁が通常時と比べて閉じる側に偏移して作動する又は該閉じる側に固定されてしまう故障）がある。

【0014】

異常検出手段によって、スロットル弁の開度調整機構及び可変動弁機構のうち一方について、このような異常が検出されると、吸気量調整手段による上述した三種類の機構に対しての協調制御に代えて、フェイルセーフ手段によって、開度調整機構及び可変動弁機構のうち異常が検出されていない他方により、即ち正常な開度調整機構又は可変動弁機構により、吸入空気量が調整される。尚、本発明では異常時に「フェイルセーフ手段」の制御下で、正常時に「吸気量調整手段」

の制御下で、三種類の機構に対する制御が行われるが、これら「フェイルセーフ手段」及び「吸気量調整手段」は、例えば異常時制御と正常時制御との両方を実行可能な同一コントローラ（例えば後述のＥＣＵ）或いは同一の制御手段から構成されてもよいし、異常時の制御と正常時の制御とを夫々実行可能な別個の専用コントローラ或いは別個の制御手段から構成されてもよい。

【0015】

この結果、例えば、正常な可変動弁機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。或いは、例えば、正常なスロットル弁の開度調整機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。

【0016】

ここに、本願発明に係る吸気特性変更機構の一具体例である「可変吸気システム（A C I S：Acoustic Control Induction System）」とは、有効吸気管の長さや断面積を可変にすることで、広いエンジン回転の範囲で高い体積効率を得ようとする機構である。具体的には、前記可変吸気システムは、低速運転では、共鳴過給効果を利用することにより、低回転で体積効率を上げるように、有効吸気管の長さを長くしつつ断面積を小さくする。一方、高速運転では、慣性過給効果を利用することにより、高回転で体積効率を上げるように、有効吸気管の長さを短くしつつ断面積を大きくすることによって実現される。また同様の機能を保持するものとして、サージタンクの容量を可変とする機構も具体例としてあげられる。

【0017】

また、本願発明に係る吸気特性変更機構の他の具体例である「スワールコントロールバルブシステム（S C V：Swirl Control Valve System）」とは、吸気ポート内に設けられているバルブの向きを変えることによって吸気ポートを、燃料と空気を十分に混合するために横方向の渦流を生成するスワールポートとして機能させたり、普通のポートとして使用したりして、出力の向上と燃費の改善の両立を実現する機構である。また同様の機能を保持するものとして、縦方向の渦流を生成するタンブルポートとして機能する「タンブルコントロールバルブシステ

ム（TCV：Tumble Control Valve System）」も具体例としてあげられる。

【0018】

更に、本願発明に係る吸気特性変更機構の他の具体例である吸気弁や排気弁の「タイミング変更機構（VVT：Variable Valve Timing）」とは、吸気弁や排気弁の開閉タイミングを変更することによって吸気ポートを、エンジン回転数や要求トルクに応じて効率的な吸排気を実現するための機構であり、この機構によっても、吸入空気量の調整が可能である。本発明においては、このようなタイミング変更機構（VVT）を、吸気特性変更機構の具体例として捉えることもできるが、本発明に係る吸気弁や排気弁の作用角或いはリフト量を可変とする可変動弁機構の一部又は全部として、当該タイミング変更機構（VVT）を捉えることも可能である。

【0019】

以上の結果、空気系可変機構を構成するスロットル弁の開度調整機構及び可変動弁機構のうち一方が故障しても、フェイルセーフ手段による制御下で、開度調整機構及び可変動弁機構のうち異常が検出されていない他方により、即ち正常な開度調整機構又は可変動弁機構により、吸入空気量が調整される。即ち、異常が発生していない機構による単純な吸入空気量の調整を実行することで、十分な退避走行が可能となる。言い換れば、各種空気系可変機構のアクチュエータの協調制御の下で内燃機関の運転が行われるという、正常時に高燃費或いは高効率を図るのに適した構成を採用しつつ、異常時においても、十分な退避走行が可能となるので、本発明は実用上極めて有利である。

【0020】

特に、三種類の機構のうち一つについて異常が認められる場合に、退避走行用に、残り2つの正常な機構により制御を行うのではなく、残り1つの正常な機構により制御を行うので、当該退避走行のための制御は、相対的に単純で済む。仮に、残り2つの正常な機構により制御を行うのであれば、両者間で協調制御を行う必要性が生じ、退避走行専用の各種制御量を特定するためのパラメーターテーブルや専用関数が必要になる。例えば仮に、エンジンが低速回転時に、可変吸気システム制御バルブが開き故障を起こすと、実際の吸入空気量が多くなりエンジン

の回転数は上昇する。エンジンの回転数が上昇すると、通常、目標吸入空気量は低く設定されるが、想定された条件ではないので、2つの正常な機構の1つであるスロットル弁の開度調整機構を閉じ側に駆動しすぎたり、もう1つの正常な機構である可変動弁機構を閉じ側に駆動しすぎたりして、ハンチング（即ち、エンジンのアイドル回転時に発生する周期的な振動）が起こる可能性がある。このため、異常に起因して効率的な走行は基本的に非常に困難或いは不可能である退避走行のために、異常の各種態様に応じた多数のパラメーターテーブルや専用関数を用意せねばならず、全体として非常に無駄が多くなってしまうのである。これに對して、例えばスロットル弁の開度調整機構又は可変動弁機構など、一種類の機構による吸入空気量の調整を実現することは遙かに単純且つ容易であり、確実に実行可能となる。

【0021】

このように本発明の第1の内燃機関の吸入空気量調整装置によれば、例えば、スロットル弁の開度調整機構、可変動弁機構及び吸気特性変更機構等のような空気系可変機構を複数持つ内燃機関において、より確実に退避走行を実行可能となる。

【0022】

本発明の第1の内燃機関の吸入空気量調整装置の一態様では、前記フェイルセーフ手段は、前記一方について前記異常状態が検出された場合には、前記一方及び前記吸気特性変更機構による制御量を当該内燃機関の運転条件によらずに一定値に固定する。

【0023】

この態様によれば、異常検出手段によってスロットル弁の開度調整機構及び可変動弁機構のうち一方について異常が検出されると、係る異常が検出された一方の機構による制御量だけでなく、前述したスワールコントロールバルブ、可変吸気システム制御バルブ等の吸気特性変更機構による制御量は、運転条件によらずに一定値に固定される。ここに、本願発明に係る「制御量」とは、スロットル弁の開度調整機構であれば、スロットル弁の開度の調整量を指し、可変動弁機構であれば、吸気弁の開閉特性の調節量を指し、吸気特性変更機構であれば、所定パ

ラメータの調節量を指す。そして、フェイルセーフ手段による制御下で、このように制御量が一定値に固定された状態のまま、開度調整機構及び可変動弁機構のうち異常が検出されていない他方により、即ち正常な開度調整機構又は可変動弁機構により、吸入空気量が調整される。この結果、例えば、正常な可変動弁機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。或いは、例えば、正常なスロットル弁の開度調整機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。

【0024】

以上の結果、空気系可変機構を構成するスロットル弁の開度調整機構又は可変動弁機構が故障しても、その異常が発生した機構のみならず、吸気特性変更機構についても各種制御量が固定されることで、且つ異常が発生していない機構による単純な吸入空気量の調整を実行することで、十分な退避走行が可能となる。

【0025】

尚、このように異常が検出された機構及び吸気特性変更機構による制御量を一定値に固定するのに代えて、これら二種類の機構に対する制御を停止するように或いはこれら二種類の機構に対する制御停止によって該制御量が何らかの一定値（例えば、不知の値又はデフォルト値）に固定されるように構成することも可能である。更に、制御停止によって制御量が、何らかの所定値の付近又は所定範囲（例えば、不知の値又はデフォルト値の付近）で規則的若しくは不規則的に変動するように構成してもよい。このような構成により、上述の態様には劣るものの、異常時に一種類の機構に対する単純な制御に切り替えることによる相応の効果を得ることができる。そして、このように制御停止を伴う構成も、上述した本発明の第1の内燃機関の吸入空気量調整装置に係る技術的範囲に含まれる。

【0026】

本発明の第2の内燃機関の吸入空気量調整装置は上記課題を解決するために、内燃機関の吸気通路に設けられたスロットル弁の開度を調整する開度調整機構と、前記内燃機関の吸気弁及び排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性を可変とする可変動弁機構と、前記スロットル弁の開度並びに前記吸気弁及び前記排気弁の

うち少なくとも一方の開閉特性とは異なるパラメータを調節することにより前記内燃機関の吸気特性を変更する吸気特性変更機構と、前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を協調制御することにより前記燃焼室内に供給される吸入空気量を調整する吸気量調整手段と、前記吸気特性変更機構における異常状態を検出する異常検出手段と、該異常検出手段により前記吸気特性変更機構について前記異常状態が検出された場合には、前記吸気量調整手段による協調制御に代えて、前記開度調整機構及び前記可変動弁機構のうち一方により前記吸入空気量を調整するように前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を制御するフェイルセーフ手段とを備える。

【0027】

本発明の第2の内燃機関の吸入空気量調整装置によれば、その動作時には、上述した本発明の第1の内燃機関の吸入空気量調整装置の場合と同様に、吸気量調整手段による協調制御が実行されることによって燃焼室内に供給される吸入空気量は調整される。

【0028】

ここで、本発明の第2の内燃機関の吸入空気量調整装置の場合には、例えば吸気特性変更機構について異常状態が発生すると、異常検出手段によって、当該異常が検出される。ここで検出される異常とは、具体的には、例えば実際の吸気特性変更機構に係る所定パラメータの実測値（直接測定された値又は間接的に測定或いは推定された値の両者を含む）と吸気量調整手段により指示された吸気特性変更機構の所定パラメータとの差が、所定閾値よりも大きい状態を意味する。

【0029】

異常検出手段によって、吸気特性変更機構について、このような異常が検出されると、上述した三種類の機構に対する吸気量調整手段による協調制御に代えて、フェイルセーフ手段によって開度調整機構及び可変動弁機構のうち一方により、吸入空気量が調整される。この結果、例えば、正常なスロットル弁の開度調整機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。或いは、例えば、正常な可変動弁機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる

。

【0030】

以上の結果、各種空気系可変機構のアクチュエータの協調制御の下で内燃機関の運転が行われるという、正常時に高燃費或いは高効率を図るのに適した構成を採用しつつ、異常時においても、十分な退避走行が可能となる。

【0031】

本発明の第2の内燃機関の吸入空気量調整装置の一態様では、前記フェイルセーフ手段は、前記吸気特性変更機構について前記異常状態が検出された場合には、前記吸気特性変更機構並びに前記開度調整機構及び前記可変動弁機構のうち他方による制御量を当該内燃機関の運転条件によらずに一定値に固定する。

【0032】

この態様によれば、異常検出手段によって、吸気特性変更機構について、異常が検出されると、係る異常が検出された吸気特性変更機構による制御量だけでなく、前述した開度調整機構及び可変動弁機構のうち他方による制御量は、運転条件によらずに一定値に固定される。そして、フェイルセーフ手段による制御下で、このように制御量が一定値に固定された状態のまま、前述した開度調整機構及び可変動弁機構のうち一方により、吸入空気量が調整される。

【0033】

この結果、例えば、正常なスロットル弁の開度調整機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。或いは、例えば、正常な可変動弁機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。このように、吸気特性変更機構が故障しても、単純な吸入空気量の調整に切り替えることで、十分な退避走行が可能となる。

【0034】

尚、このように制御量を一定値に固定するのに代えて、制御を停止するように或いは制御停止によって該制御量が何らかの一定値に固定されるように構成することも可能である。更に、制御停止によって制御量が、何らかの所定値の付近又は所定範囲で規則的若しくは不規則的に変動するように構成してもよい。

【0035】

本発明の第3の内燃機関の吸入空気量調整装置は上記課題を解決するために、内燃機関の吸気通路に設けられたスロットル弁の開度を調整する開度調整機構と、前記内燃機関の吸気弁及び排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性を可変とする可変動弁機構と、前記スロットル弁の開度並びに前記吸気弁及び前記排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性とは異なるパラメータを調節することにより前記内燃機関の吸気特性を変更する吸気特性変更機構と、前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を協調制御することにより前記燃焼室内に供給される吸入空気量を調整する吸気量調整手段と、前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構における異常状態を検出する異常検出手段と、該異常検出手段により前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構のうち一つについて前記異常状態が検出された場合には、前記吸気量調整手段による協調制御に代えて、前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構のうち他の一つによって前記吸入空気量を調整するように前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を制御するフェイルセーフ手段とを備える。

【0036】

本発明の第3の内燃機関の吸入空気量調整装置によれば、その動作時には、上述した本発明の第1の内燃機関の吸入空気量調整装置の場合と同様に、吸気量調整手段による協調制御が実行されることによって燃焼室内に供給される吸入空気量は調整される。

【0037】

ここで、本発明の第3の内燃機関の吸入空気量調整装置の場合には、例えばスロットル弁の開度調整機構について異常状態が発生すると、異常検出手段によって、当該異常が検出される。或いは、例えば可変動弁機構について異常状態が発生すると、異常検出手段によって、当該異常が検出される。更に、例えば吸気特性変更機構について異常状態が発生すると、異常検出手段によって、当該異常が検出される。

【0038】

異常検出手段によって、三種類の機構のうち一つについて、このような異常が検出されると、上述した三種類の機構に対する吸気量調整手段による協調制御に代えて、異常が検出されていないスロットル弁の開度調整機構、可変動弁機構及び吸気特性変更機構のうち他の一つにより、即ち正常な開度調整機構、可変動弁機構及び吸気特性変更機構のうち他の一つにより、吸入空気量が調整される。この結果、例えば、正常な可変動弁機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。或いは、例えば、正常なスロットル弁の開度調整機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。更に、例えば、正常な吸気特性変更機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。

【0039】

以上の結果、正常時に高燃費或いは高効率を図るのに適した構成を採用しつつ、異常時においても、十分な退避走行が可能となる。

【0040】

本発明の第3の内燃機関の吸入空気量調整装置の一態様では、前記フェイルセーフ手段は、前記一つについて前記異常状態が検出された場合には、前記一つ並びに前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構のうち残りの一つによる制御量を当該内燃機関の運転条件によらずに一定値に固定する。

【0041】

この態様によれば、異常検出手段によって、スロットル弁の開度調整機構、可変動弁機構及び吸気特性変更機構のうち一つについて、異常が検出されると、係る異常が検出された機構による制御量だけでなく、異常が検出されていないスロットル弁の開度調整機構、可変動弁機構及び吸気特性変更機構のうち残りの一つによる制御量は、運転条件によらずに一定値に固定される。そして、フェイルセーフ手段による制御下で、このように制御量が一定値に固定された状態のまま、異常が検出されていないスロットル弁の開度調整機構、可変動弁機構及び吸気特性変更機構のうち他の一つにより、即ち正常な開度調整機構、可変動弁機構及び吸気特性変更機構のうち他の一つにより、吸入空気量が調整される。

【0042】

この結果、例えば、正常な可変動弁機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。或いは、例えば、正常なスロットル弁の開度調整機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。更に、例えば、正常な吸気特性変更機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。このように、三種類の機構のいずれか一つが故障しても、単純な吸入空気量の調整に切り替えることで、十分な退避走行が可能となる。

【0043】

尚、このように制御量を一定値に固定するのに代えて、制御を停止するように或いは制御停止によって該制御量が何らかの一定値に固定されるように構成することも可能である。更に、制御停止によって制御量が、何らかの所定値の付近又は所定範囲で規則的若しくは不規則的に変動するように構成してもよい。

【0044】

本発明の第2の内燃機関の吸入空気量調整装置の他の態様では、前記フェイルセーフ手段は、前記吸気特性変更機構について前記異常状態が検出された場合には、前記開度調整機構により前記吸入空気量を調整するように前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を制御する。

【0045】

この態様によれば、異常検出手段によって、吸気特性変更機構について、異常が検出されると、フェイルセーフ手段による制御下で、開度調整機構により、吸入空気量が調整される。この結果、例えば、正常なスロットル弁の開度調整機構により制御される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。

【0046】

本発明の第3の内燃機関の吸入空気量調整装置の他の態様では、前記フェイルセーフ手段は、前記一つとして前記可変動弁機構又は吸気特性変更機構について前記異常状態が検出された場合には、前記他の一つとして前記開度調整機構によ

って前記吸入空気量を調整するように前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構を制御する。

【0047】

この態様によれば、異常検出手段によって、可変動弁機構又は吸気特性変更機構について、異常が検出されると、フェイルセーフ手段による制御下で、異常が検出されていないスロットル弁の開度調整機構により、即ち正常な開度調整機構により、吸入空気量が調整される。この結果、例えば、正常なスロットル弁の開度調整機構により調整される吸入空気量とエンジンの回転数に応じて各気筒において燃料噴射制御が行われる。

【0048】

本発明の第1、第2又は第3の内燃機関の吸入空気量調整装置の他の態様では、前記一定値は、前記内燃機関の発生する排気ガス中の所定不純物の濃度が相対的に低くなる値である。

【0049】

この態様によれば、例えば作用角変更機構等の可変動弁機構の制御量である作用角は任意に固定され、スワールコントロールバルブ及び可変吸気システム制御バルブは閉じ側に固定され、タイミング変更機構によって吸気弁の開弁タイミングは最も遅く設定されると共に排気弁の閉弁タイミングは最も早く設定される。この結果、例えば吸気弁と排気弁とが同時に開いている時間、即ちバルブオーバーラップ量を最小或いは最小付近とすることで、燃焼排気ガスの吸気弁への吹き返し量を抑えることが可能となり、これにより、発生する排気ガス中の所定不純物の濃度を相対的に低くすることが可能である。このように、可変動弁機構、吸気特性変更機構及び開度調整機構のうちいずれか二つの制御量を一定値に固定する際に、排気ガス中におけるNO_x等の所定不純物の濃度を低くなるように該二つの制御量を一定値に固定することによって、退避走行中における排気ガス特性の低下を大なり小なり抑制することができる。

【0050】

本発明の第1、第2又は第3の内燃機関の吸入空気量調整装置の他の態様では、前記一定値は、前記内燃機関の部分負荷領域における運転状態に対応する値で

ある。

【0051】

この態様によれば、例えば作用角変更機構等の可変動弁機構の制御量である作用角は任意に固定され、スワールコントロールバルブ及び可変吸気システム制御バルブは閉じ側に固定され、タイミング変更機構によって吸気弁の開弁タイミングは最も遅く設定されると共に排気弁の閉弁タイミングは最も早く設定される。異常時における退避走行では、エンジンを高速回転や高負荷で運転させる必要性は殆どない。よって、本態様の如くエンジンを低回転数や低負荷で運転させることで、失火する可能性を低減しつつ、退避走行を実施することは、安全確実な退避走行を行う上で或いは排気ガス特性の低下を抑制する上で有利である。

【0052】

本発明の第1、第2又は第3の内燃機関の吸入空気量調整装置の他の態様では、前記吸気特性変更機構は、前記燃焼室内のスワールを調節することで前記吸入空気量を調整するスワールコントロールバルブ、前記燃焼室に至る吸気経路を調節することで前記吸入空気量を調整する可変吸気システム制御バルブ、並びに前記吸気弁及び排気弁のうち少なくとも一方の開閉タイミングを調節することで前記吸入空気量を調整するタイミング変更機構のうち少なくとも一つを含む。

【0053】

この態様によれば、正常動作時には、スワールコントロールバルブ、可変吸気システム制御バルブ、タイミング変更機構等の吸気特性変更機構によって、所定パラメータが調節されることで、スロットル弁の開度調整機構及び可変動弁機構と協調して、吸入空気量の調整が行われる。ここで、特に可変吸気システム制御バルブとしては例えば、有効吸気管長さを可変とするバルブ、サージタンクの容量を可変とするバルブ、若しくは吸気ポート又は吸気管の容積又は断面積を可変とするバルブ等がある。そして、このような吸気特性変更機構についての異常が検出されると、該吸気特性変更機構の制御量は一定値に固定される。或いは、可変動弁機構又は開度調整機構についての異常が検出されると、該吸気特性変更機構の制御量は一定値に固定される。

【0054】

本発明の内燃機関の吸入空気量調整装置の制御方法は上記課題を解決するためには、(i)内燃機関の吸気通路に設けられたスロットル弁の開度を調整する開度調整機構、(ii)前記内燃機関の吸気弁及び排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性を可変とする可変動弁機構並びに(iii)前記スロットル弁の開度並びに前記吸気弁及び前記排気弁のうち少なくとも一方の開閉特性とは異なるパラメータを調節することにより前記内燃機関の吸気特性を変更する吸気特性変更機構を協調制御することにより、前記内燃機関の吸入空気量を調整する内燃機関の吸入空気量調整方法において、前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構のうち一つについて異常が発生した場合に、前記開度調整機構、前記可変動弁機構及び前記吸気特性変更機構のうち他の一つのみによって前記吸入空気量を調整する。

【0055】

本発明の内燃機関の吸入空気量調整方法によれば、前述した本発明の第1、第2又は第3の内燃機関の吸入空気量調整装置の場合と同様に、正常時に協調制御による吸入空気量調整方法を採用しつつ、異常時においても、十分な退避走行が可能となる。

【0056】

本発明の作用及び他の利得は次に説明する実施の形態から更に明らかにされよう。

【0057】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る内燃機関の吸入空気量調整装置の具体的な実施の形態について図面に基づいて説明する。ここに、図1は、本発明を適用する内燃機関のシステム概要を示す図式的断面図である。尚、本実施形態では、内燃機関100は、自動車などの車両に搭載される内燃機関であり、ガソリンを燃料とする4ストローク・サイクルの水冷式ガソリンエンジンからなる。

【0058】

図1において、内燃機関100の吸気系は、図示しない外気を取り込むためのエアダクトから吸入される空気が、エアフローメータ180及びスロットルポジ

ションセンサ171付きの電子制御スロットル弁170を経由して、吸気管160からサージタンク140へ流れ、更に吸気ポート120内のスワールコントロールバルブ130を経由して、気筒110内の燃焼室113へ吸気されるように構成されている。吸気ポート120には、吸気ポート120を開閉する吸気弁111が設けられている。

【0059】

ここで、サージタンク140は、吸気脈動を防止する機能を有し、サージタンク140の容量を可変とすることで、広いエンジン回転の範囲で高い体積効率が得られる。可変吸気システム制御バルブ150は、サージタンク140内を分割し、可変吸気システム制御バルブ開度センサ151付きの可変吸気システム制御バルブ150の開閉によって、有効に働く吸気管160の長さ（有効吸気管長）を変えることができる可変吸気システム（A C I S）を実現している。また、スワールコントロールバルブ開度センサ131付きのスワールコントロールバルブ130によって、スワール流が発生され、燃料の霧化や燃焼速度の向上或いはリーン燃焼の促進により退避走行時の燃費改善が図られる。

【0060】

他方で、内燃機関100の排気系は、排気ガスが、燃焼室113から排気ポート220、図示しない排気管、排気浄化触媒及びマフラーを経由して、大気中へ排気されるように構成されている。排気ポート220には、排気ポート220を開閉する排気弁112が設けられている。

【0061】

吸気弁111には、作用角変更機構200及びタイミング変更機構210が設けられており、排気弁112にもこれらの機構が同様に設けられてもよい。

【0062】

作用角変更機構200は可変動弁機構190ごとに設けられており、吸気弁111のリフト量及びリフト期間（作用角）を変更する。作用角変更機構200としては、例えば、搖動カムを用いて吸気弁111のリフト量及びリフト期間（作用角）を連続的に変更する機構を例示することができる。作用角検出センサ201は、吸気弁111の作用角を検出する。タイミング変更機構210は、可変動

弁機構190ごとに設けられており、吸気弁111の開閉タイミングを変更する。タイミング変更機構210としては、例えば、図示しないクランクシャフトの回転に対する図示しないインテークカムシャフトの回転位相を連続的に変更する機構を例示することができる。位相角差検出センサ211は、図示しないクランクシャフトの回転に対する図示しないインテークカムシャフトの回転位相角差を検出するように構成されている。

【0063】

次に、図2を参照して、内燃機関100の運転状態を制御するための電子制御ユニット（ＥＣＵ：Electronic Control Unit）250について述べる。ここに、図2は、ＥＣＵ250と、これに対して各種検出信号やパラメータを入力する各種センサと、ＥＣＵ250により制御される各種弁、駆動機構等とを示す概念図である。

【0064】

図2において、ＥＣＵ250は、CPU、ROM、RAM、バックアップRAMなどから構成された算術論理演算回路である。このＥＣＵ250は、前述したエアフローメータ180、スロットルポジションセンサ171、可変吸気システム制御バルブ開度センサ151、スワールコントロールバルブ開度センサ131、作用角検出センサ201、位相角差検出センサ211及びアクセルポジションセンサ230に加え、内燃機関100に取り付けられたクランクポジションセンサ240及び図示しない水温センサ等のその他のセンサなどの、各種センサの出力信号（電気信号）を、予め設定されたプログラムに対する入力パラメータとして、所定種類の各種制御信号を生成する。そして、該各種制御信号によって、スワールコントロールバルブ130の開度、可変吸気システム制御バルブ150の開度、電子制御スロットル弁170の開度、作用角変更機構200のリフト量及びリフト期間（作用角）、タイミング変更機構210の開閉タイミング及び他のアクチュエータを制御する。

【0065】

次に、図3を参照して、内燃機関100の吸入空気量を調整するためにＥＣＵ250がどのように各種アクチュエータを制御するかの概要について述べる。こ

ここに図3は、ECU250が目標トルクを得るために、各種アクチュエータを協調制御する様子を示す概念図である。

【0066】

具体的には、ECU250は、正常動作時には、スワールコントロールバルブ130と可変吸気システム制御バルブ150と電子制御スロットル弁170と作用角変更機構200とタイミング変更機構210とを協調制御して、内燃機関100の吸入空気量を所望の目標吸入空気量に収束させる制御（以下、目標吸入空気量制御と称する）を実行する。

【0067】

目標吸入空気量制御では、ECU250は、先ず内燃機関100がアイドル運転状態にあるか否かを判別する。例えば、ECU250は、アクセル開度が全閉状態にあり且つ車速が零であれば、内燃機関100がアイドル運転状態にあると判定する。ここで、目標吸入空気量制御には、（1）非アイドル時制御及び（2）アイドル時制御の二種類の制御がある。以下これらについて順に説明する。

【0068】

（1）非アイドル時制御：

目標吸入空気量制御では、ECU250は、先ずクランクポジションセンサ240がパルス信号を出力する時間的間隔に従って機関回転数を算出するとともに、アクセルポジションセンサ230の出力信号値（アクセル開度）を読み込む。

【0069】

続いて、ECU250は、機関回転数とアクセル開度をパラメータとして、内燃機関100の目標トルクを決定する。このような決定は、例えば、予め設定され且つECU250の内蔵メモリ等に格納された、アクセル開度と目標トルクとの関係を規定するテーブル又は所定関数を用いることで迅速に行える。

【0070】

続いて、ECU250は、内燃機関100の実際のトルクが目標トルクと一致するために必要な吸入空気量（目標吸入空気量）を決定する。その際、目標吸入空気量は、アクセル開度が大きく且つ機関回転数が高くなるほど増加するように設定される。

【0071】

続いて、ECU250は、目標吸入空気量をパラメータとして、スワールコントロールバルブ130の開度、可変吸気システム制御バルブ150の開度、電子制御スロットル弁170の開度と、吸気弁111の作用角と、クランクシャフトの回転に対するインテークカムシャフトの回転位相角差、即ち吸気弁111の開閉タイミングとを決定する。

【0072】

続いて、ECU250は、上記の決定された値を、予め設定されたプログラムに対する入力パラメータとして所定種類の各種制御信号を生成し、これらによって、スワールコントロールバルブ130の開度、可変吸気システム制御バルブ150の開度、電子制御スロットル弁170の開度、吸気弁111の作用角、及びクランクシャフトの回転に対するインテークカムシャフトの回転位相角差、即ち吸気弁111の開閉タイミングとを実際に稼動する。

【0073】**(2) アイドル時制御：**

通常のアイドル制御では、ECU250は先ず、補機類の作動状態などから、アイドル時における目標機関回転数(NE)を決定する。そして、この決定した目標機関回転数(NE)をパラメータとして、吸入空気量を制御する。

【0074】

本実施形態では特に、内燃機関100の制御装置の一例を構成するECU250は、可変動弁機構とスロットル機構と可変吸気システム等で構成される空気系可変機構に異常が発生した場合には、異常の態様に応じて異なるフェイルセーフ処理を実行するように構成されている。

【0075】

以下、図4を参照して、本実施形態におけるECU250により制御されるフェイルセーフ処理について説明する。ここに、図4は、空気系可変機構フェイルセーフルーチンを示すフローチャート図である。この空気系可変機構フェイルセーフルーチンは、予めECU250のROMに記憶されているルーチンであり、内燃機関100の動作中に定期的又は不定期的に、主にECU250によって実

行されるルーチンである。

【0076】

本実施形態では以下に説明するように、本発明に係る「フェイルセーフ手段」及び「吸気量調整手段」の一例が、共通のECU250から構成されている。他方、本発明に係る「異常検出手段」の一例が、図2に示した空気系可変機構に係る各種センサ及びECU250から構成されている。

【0077】

図4において先ず、ECU250によって、例えば、スロットル弁の開度調整機構、可変動弁機構及び吸気特性変更機構等で構成される各種空気系可変機構に異常が発生しているか否かが判定される（ステップS101）。このような判定は、例えば、図2を参照して説明した作用角検出センサ201等の検出信号に基づきECU250において実行される。具体的には、例えばECU250によって、実際の各種空気系可変機構の制御量とECU250が指示した各種空気系可変機構の制御量の差が算出され、該差が定められたフェイル検出範囲よりも大きいか否かが判定される。ここで該差が定められたフェイル検出範囲よりも大きい場合、即ち異常が検出された場合は、例えばダッシュボード等に設けられた表示装置や音響器等の警報装置によって、異常発生が運転者に知らされ（ステップS101：Yes）、更に、電子制御スロットル弁170が故障なのかが判定される（ステップS102）。ここで、電子制御スロットル弁170が故障である場合は、表示装置や音響器等の警報装置によって、異常発生が運転者に知らされ（ステップS102：Yes）、作用角変更機構200のみで吸入空気量が調整される（ステップS103）。即ち、異常発生を知らされた運転者は通常、修理工場、整備工場等への退避走行を行う訳であるが、この場合の退避走行における吸入空気量は、正常時における協調制御により調整されるのではなく、作用角変更機構200のみにより調整される。

【0078】

続いて、スワールコントロールバルブ130が、開き側又は閉じ側に固定される。例えば、スワールコントロールバルブ130が、閉じ側に固定されることにより、スワール流が発生し、燃料の霧化や燃焼速度の向上或いはリーン燃焼の促

進により退避走行時の燃費改善を図ることができる。また、ここで、スワールコントロールバルブ130の開度が、部分負荷運転領域に相当する開度に固定されてもよい（ステップS104）。更に、可変吸気システム制御バルブ150が開き側又は閉じ側に固定される。また、ここで、可変吸気システム制御バルブ150の開度が、部分負荷運転領域に相当する開度に固定されてもよい。例えば、フェイルセーフ手段の制御下で、有効吸気管長が長くなるように固定され、脈動効果が高められ、フェイルセーフ手段の制御下で、サージタンクの容量が小さく固定され若しくは吸気管又は吸気ポートの断面積が小さく固定されることで、吸気の流速が高められ、慣性効果が高められる。或いは、フェイルセーフ手段の制御下で、低速運転において、共鳴過給効果を利用することにより、低回転で体積効率を上げることが可能である（ステップS105）。更に、吸気弁のタイミング変更機構210が最遅角に、即ち吸気弁の開弁タイミングが最も遅く設定され（ステップS106）、更に、排気弁のタイミング変更機構210が最進角に、即ち排気弁112の閉弁タイミングが最も早く設定される（ステップS107）。尚、ステップS106及びステップS107の処理により、排気弁112と吸気弁111とが同時に開いている時間、即ちバルブオーバーラップ量は最小となり、燃焼排気ガスの吸気弁111への吹き返し量は抑えられる。従って、エンジンの低回転数時或いは低負荷時において、失火する可能性は殆ど又は全く少ない。即ち、この場合には、異常時における退避走行用の制御が実行される。

【0079】

他方、ステップS102の判定の結果、電子制御スロットル弁170が正常である場合は（ステップS102：No）、更に、作用角変更機構200が故障なのかが判定される（ステップS108）。ここで、作用角変更機構200が故障である場合は、例えばダッシュボード等に設けられた表示装置や音響器等の警報装置によって、異常発生が運転者に知らされ（ステップS108：Yes）、アクセル開度に応じた電子制御スロットル弁170のみで吸入空気量が調整される（ステップ：S109）。即ち、この場合の退避走行における吸入空気量は、正常時における協調制御により調整されるのではなく、電子制御スロットル弁170のみにより調整される。

【0080】

続いて、前述したステップS104からステップS107の処理が実行される。即ち、この場合には、異常時における退避走行用の制御が実行される。

【0081】

他方、ステップS108の判定の結果、作用角変更機構200が正常である場合は（ステップS108：No）、更に、スワールコントロールバルブ130、可変吸気システム制御バルブ150及びエアフローメータ180等の吸気特性変更機構が故障であるかどうかが判定される（ステップS110）。具体的には、ECU250によって、実際のスワールコントロールバルブ130の開度とECU250が指示したスワールコントロールバルブ130の開度との差が算出され、該差が定められたフェイル検出範囲よりも大きいか否かを判定する。可変吸気システム制御バルブ150についても同様の判定がされる。ここで、実際のスワールコントロールバルブ130の開度とECU250が指示したスワールコントロールバルブ130の開度の差が定められたフェイル検出範囲よりも大きい場合には故障していると判定すると共に、例えばダッシュボード等に設けられた表示装置や音響器等の警報装置によって異常発生が運転者に知らされ（ステップS110：Yes）、アクセル開度に応じた電子制御スロットル弁170のみで吸入空気量が調整される（ステップS111）。即ち、この場合の退避走行における吸入空気量は、正常時における協調制御により調整されるのではなく、電子制御スロットル弁170のみにより調整される。

【0082】

続いて、作用角は任意に固定される（ステップS112）。尚、ステップS111及びステップS112のように作用角を任意に固定して、アクセル開度に応じた電子制御スロットル弁170のみで吸入空気量を調整した方が、電子制御スロットル弁170の開度を固定して、作用角変更機構200のみで吸入空気量を調整する場合と比較して、吸入空気量の応答がゆるやかで車両ショックが出にくい点において有利である。加えて、少量の吸入空気量を調整しやすく、アイドル回転制御が簡単である点においても有利である。

【0083】

続いて、吸気弁のタイミング変更機構210が最遅角に、即ち吸気弁の開弁タイミングが最も遅く設定され（ステップS113）、更に、排気弁のタイミング変更機構210が最進角に、即ち排気弁112の閉弁タイミングが最も早く設定される（ステップS114）。尚、ステップS113及びステップS114の処理により、排気弁112と吸気弁111とが同時に開いている時間、即ちバルブオーバーラップ量は最小となり、燃焼排気ガスの吸気弁111への吹き返し量は抑えられる。従って、エンジンの低回転数時或いは低負荷時において、失火する可能性は殆ど又は全く少ない。

【0084】

続いて、他の吸気特性変更機構の制御量は固定される（ステップS115）。以上のようにして、異常時における退避走行用の制御が実行される。

【0085】

他方、ステップS101の判定の結果、各空気系可変機構が正常である場合（ステップS101：No）、及び、ステップS110の判定の結果、スワールコントロールバルブ130、可変吸気システム制御バルブ150及びエアフローメータ180等の吸気特性変更機構が正常である場合は（ステップS110：No）、ECU250において、アクセル開度に応じた電子制御スロットル弁170及び作用角変更機構200の協調制御によって吸入空気量が調整される（ステップS116）。即ち、この場合には、退避走行用ではなく、正常走行用の制御が実行される。

【0086】

このようにECU250が図4に示すような空気系可変機構フェイルセーフルーチンを実行することにより、空気系可変機構に異常が発生した場合であっても、内燃機関100の運転を継続させることが可能となり、内燃機関100を搭載した車両が退避走行することが可能となる。しかも、運転者には異常或いは故障の発生が知らされるので、当該退避走行をそれとして行うことができ、異常時に例えば高速走行等の無理な走行が行われる事態を効果的に回避できる。更に、ECU250は、退避走行時における内燃機関100のドライバビリティー及び排気エミッションの悪化を最小限に抑制することが可能となる。

【0087】

本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴なう内燃機関の吸入空気量調整装置及び方法もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

【0088】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、例えば、スロットル弁の開度調整機構と、可変吸気システム、スワールコントロールバルブシステム等の吸気特性変更機構と、作用角変更機構、タイミング変更機構等の可変動弁機構とから構成される空気系可変機構を備えた内燃機関において、少なくとも1つの機構に故障或いは異常が発生した場合、正常な一つの機構を利用して吸入空気量を制御する。従って、故障時或いは異常時にも、各種空気系可変機構の協調制御が発散することがなくなり、吸入空気量の調整が発振することもなくなる。この結果、比較的単純な制御により、内燃機関の運転を継続可能となり、以って適切な退避走行が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態に係る内燃機関のシステム概要を示す図式的断面図である。

【図2】

本発明の実施形態に係る内燃機関の運転状態を制御するための電子制御ユニット（ECU：Electronic Control Unit）と、これに対して各種検出信号やパラメータを入力する各種センサと、ECUにより制御される各種弁、駆動機構等とを示す概念図である。

【図3】

本発明の実施形態に係る内燃機関の電子制御ユニットが吸入空気量を調整する概要を示す概念図である。

【図4】

本発明の実施形態に係る空気系可変機構フェイルセーフルーチンを示すフロー

チャート図である。

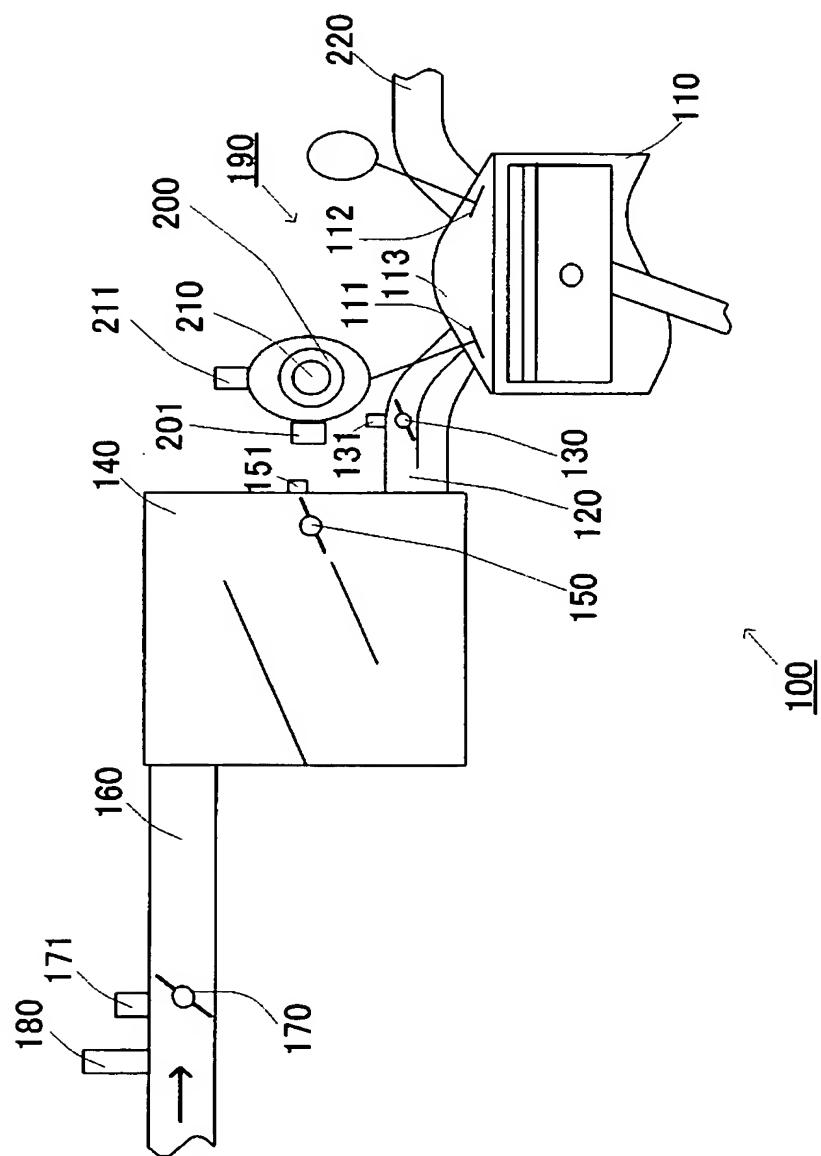
【符号の説明】

- 100 内燃機関
- 110 気筒
- 111 吸気弁
- 112 排気弁
- 113 燃焼室
- 120 吸気ポート
- 130 スワールコントロールバルブ
- 131 スワールコントロールバルブ開度センサ
- 140 サージタンク
- 150 可変吸気システム制御バルブ
- 151 可変吸気システム制御バルブ開度センサ
- 160 吸気管
- 170 電子制御スロットル弁
- 171 スロットルポジションセンサ
- 180 エアフローメータ
- 190 可変動弁機構
- 200 作用角変更機構
- 201 作用角検出センサ
- 210 タイミング変更機構
- 211 位相角差検出センサ
- 220 排気ポート
- 230 アクセルポジションセンサ
- 240 クランクポジションセンサ
- 250 ECU

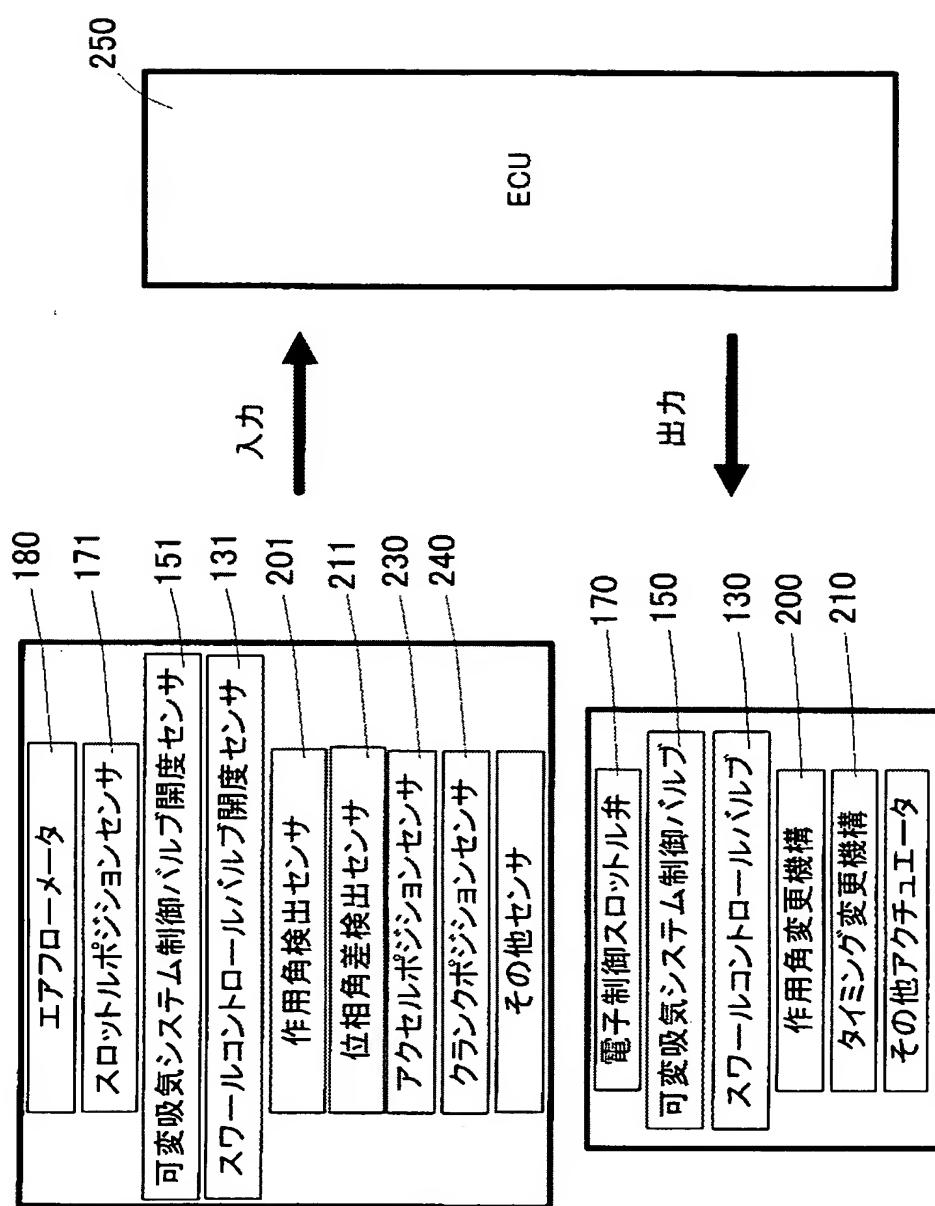
【書類名】

図面

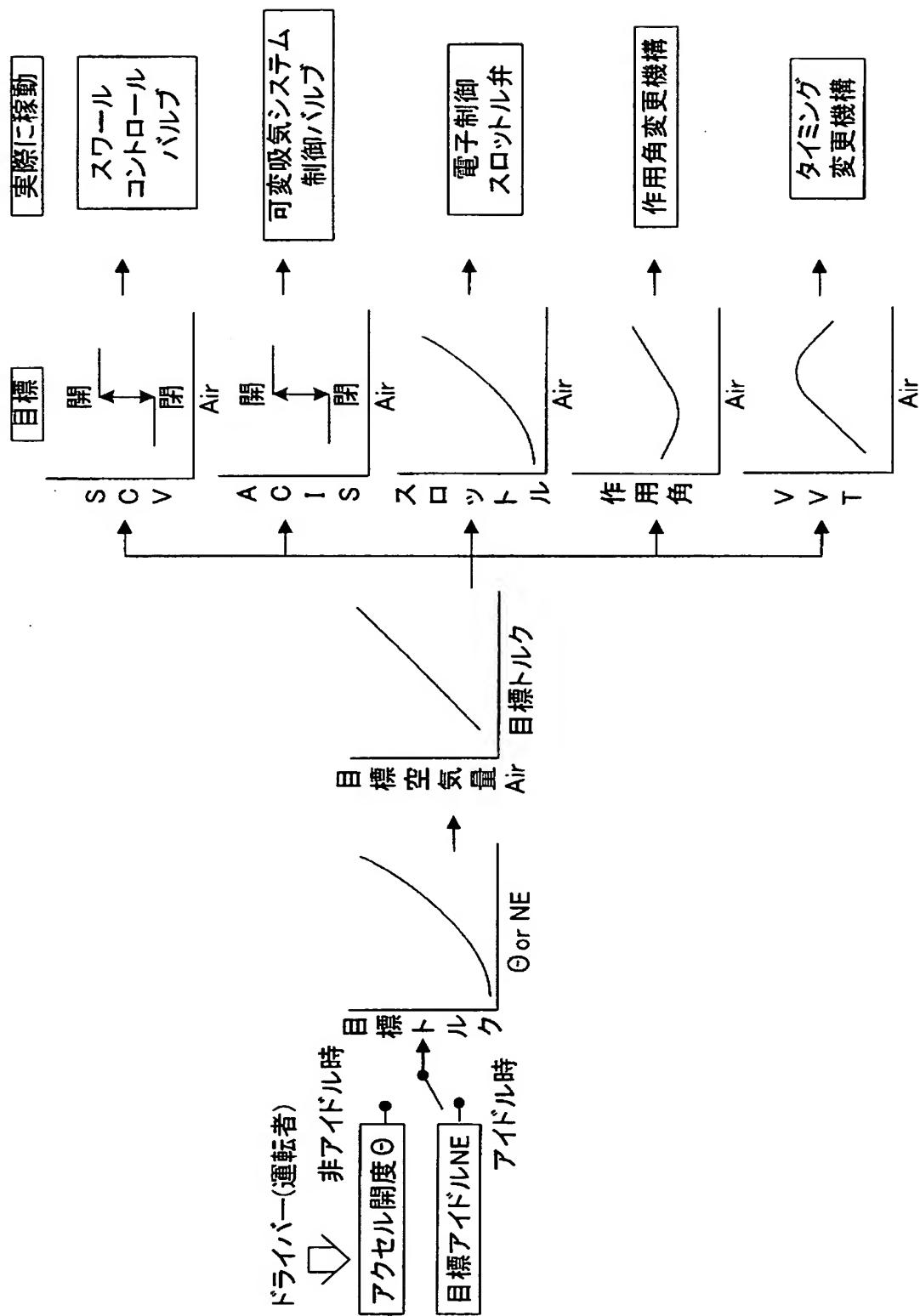
【図1】



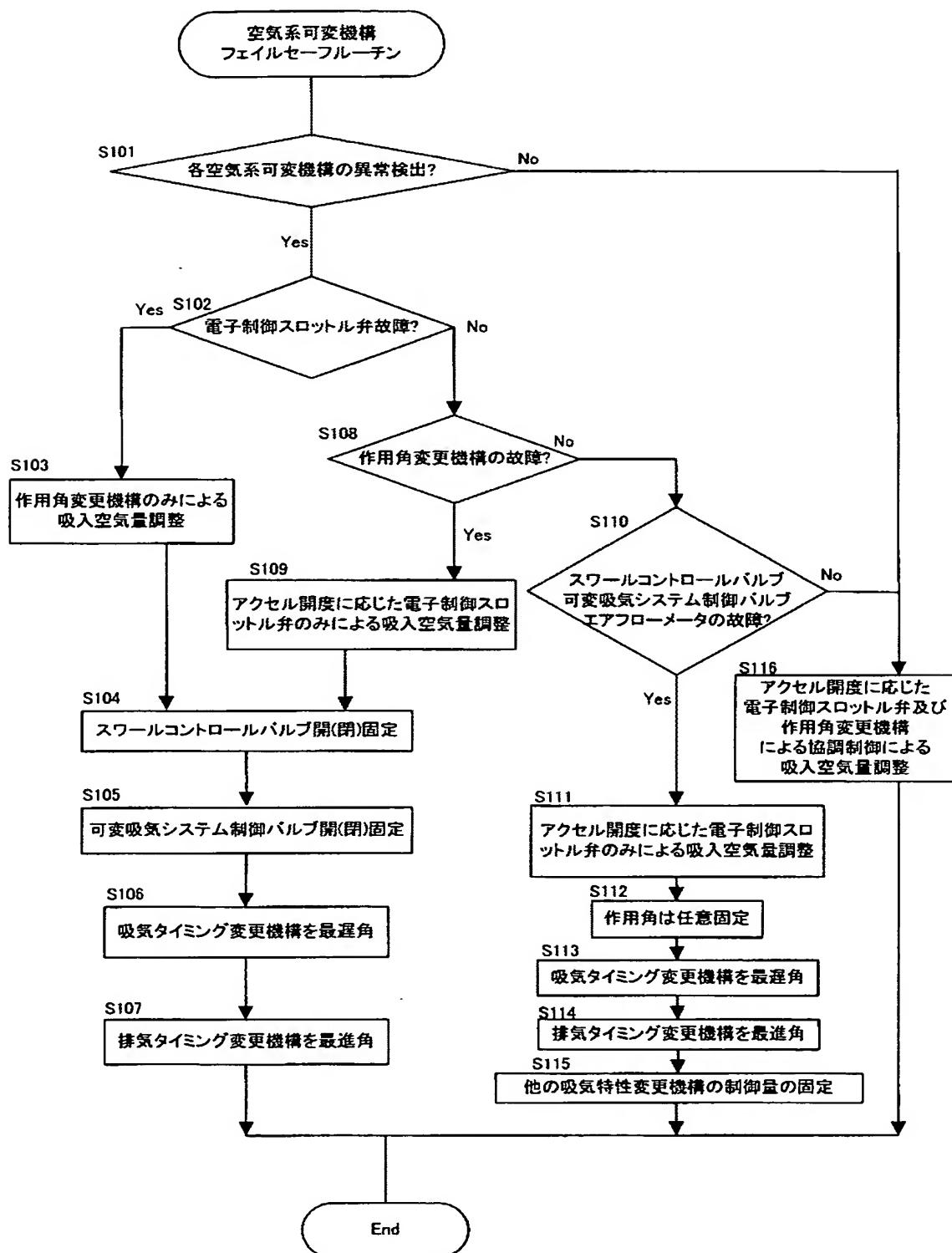
【図2】



【図3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スロットル弁の開度調整機構、吸気特性変更機構、可変動弁機構等の空気系可変機構を備えた内燃機関において、故障時に、吸入空気量の調整を発振させず、比較的単純な制御により適切な退避走行できるようにする。

【解決手段】 吸入空気量を調整する開度調整機構及び可変動弁機構と、これらの機構とは異なる所定パラメータを調節することで吸入空気量を調整する吸気特性変更機構と、正常時にこれらの機構を協調制御する吸気量調整手段とを備える。更に、これら三種の機構における異常状態を検出する異常検出手段と、異常状態が検出時に、例えば、これら三種の機構のうち開度調整機構で吸入空気量の調整を行い、他の二種の機構については制御量を一定値に固定するように制御するフェイルセーフ手段とを備える。

【選択図】 図4

特願2003-088073

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏名 トヨタ自動車株式会社

特願2003-088073

出願人履歴情報

識別番号

[00004260]

1. 変更年月日

1996年10月 8日

[変更理由]

名称変更

住所

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

氏名

株式会社デンソー